INVESTIGATED ON PRODUCTION AND MARKET SYSTEM VEGETABLE CULTIVATED WITH PIPEHOUSE IN SUBURBS

Fang-shin Liao, Tsan-ru Chang, Yung-huei Chen and Hsiu-chu Wang

Assistant Horticulturist, Associate Horticulturist, Assistant, Research Assistant
Taoyuan District Agricultural Improvement Station

ABSTRACT

There are longer rains season in northern Taiwan. Using pipehouse to cultivate vegetables in suburbs not only could decrease rain damage, protect vegetable plant, but also decrease the susceptibility of plant disease, and reach to dual targets of stabilizing production and quality.

In this experiment, investigation included the applying pipehouse to cultivate vegetable in flatland and slopland of Taipei suburbs, comparing the inside and outside of pipehouse–growth rate, yield and quality, cultivation in different seasons and rotation in whole year. It showed that 12 to 14 times of rotation inside the pipehouse cultivated leafy vegetable in flatland, increase yield about –4.3 to 125%, also save pestside cost NT$1,800, and fertilizer cost NT$800 per 1000 m^2 in a production period. In slopland, using pipehouse also has the same result, tomato reduced split fruit rate 25.2%, yield increased 11.5%; sweet pepper increased weight of single fruit 44.5%, yield increased 60%; cabbage decreased black rot disease 76%, raised harvest rate 31.5%; sweet pea increase yield 105.21%.

This scheme was promoted in these area of Hsin-Chuang, Lu-Chou, San-Chung and Wu-Ku, total area was 10 Hectare; and vegetables packaged delicatly, directly saled to super market, the total sale amount in year round reached 114,110 thousand dollars, the net profit was 69,600 thousand dollors NT, in deduting the charges of production material, transport and management.

第二屆設施園藝研討會專集 209~217 (1989)

溫度對蔬菜光合作用及呼吸作用之影響

翁 仁 憲*
國立中興大學植物學系

摘 要

以甘藍類 8 品種，不結球之白菜類 7 品種，番茄20品種（系）及蕹菜、萵苣各一品種為材料，探討其20–35℃間光合作用，及20—30℃呼吸作用之變化。各種蔬菜之光合成率與葉溫之間均呈拋物線關係，即在溫度較低時，光合成率隨溫度上升而增加，但達到某一溫度後，光合成率即開始下降。各品種之光合作用適溫，除了油菜心，綠王青花菜、極早生花椰菜及番茄 CL5915-153D4在26-27℃，台南 2 號、H1568、UC1167等番茄品種（系）及萵苣在33-35℃外，其餘品種均在30℃左右。35℃之高溫對油菜心、極早生花椰菜、葉深甘藍及CL1131、CL5915-93D4等番茄品種之影響較大，其光合成率下降了10-15%，其餘品種則在10%以下，而對幾種白菜類及約半數之番茄品種（系）之影響則極微。品種間，暗呼吸率之差異很大，較耐熱之品種（系），如葉深甘藍、和風甘藍、綠王青花菜及幾個番茄品種（系）均具有較低之呼吸率。唯，鳳山白菜等幾種白菜，其吸吸率高於其他供試之蕓苔屬蔬菜，其較耐熱之原因可能為其葉面積比（LAR）較大，呼吸作用之負擔較小所致。30℃與20℃呼吸率之比（Q_{10}），蕓苔屬為1.6-1.8，番茄為1.9-2.0，蕹菜為2.2，萵苣為1.7，有種間之差異，唯種內之差異則不顯著。

由以上結果可知，葉面積比（LAR）較大之非結球性葉菜類，及呼吸率較低之果菜類與結球性之葉菜類有利於在高溫下生長，而日夜溫差大有利於光合成產物之累積。

一、前 言

植物體之乾重有90%以上係來自光合作用[10]，而光合成產物之中有1／3以上又會被呼吸作用所消耗[1,7]，是故提高作物之光合成能力，以及減少呼吸消耗均為提高作物生產力之一有效途徑。唯植物之光合及呼吸作用易受植物本身之特性及外界環境之影響。外界環境之中，以溫度、光照、水分及肥料之影響較大[2-6,8]。一般而言，植物之光合作用有其最適宜之溫度，即在溫度較低時，植物之光合成率隨溫度增加而上升，而高至某一溫度後，光成率即會隨溫度升高而下降。此光合作用之最適溫隨植物種類而不同，一般言之，C_4型植物較高，約為30-40℃，而C_3植物

* 國立中興大學植物學系教授

較低，約在20-30℃[4]。另一方面，植物之呼吸率則每升高10℃大約升高１倍[4]。由於植物之生產量為其光合量減去呼吸量，所以生產量亦有其最適溫，而此最適溫則較光合作用之最適溫為低[4]。

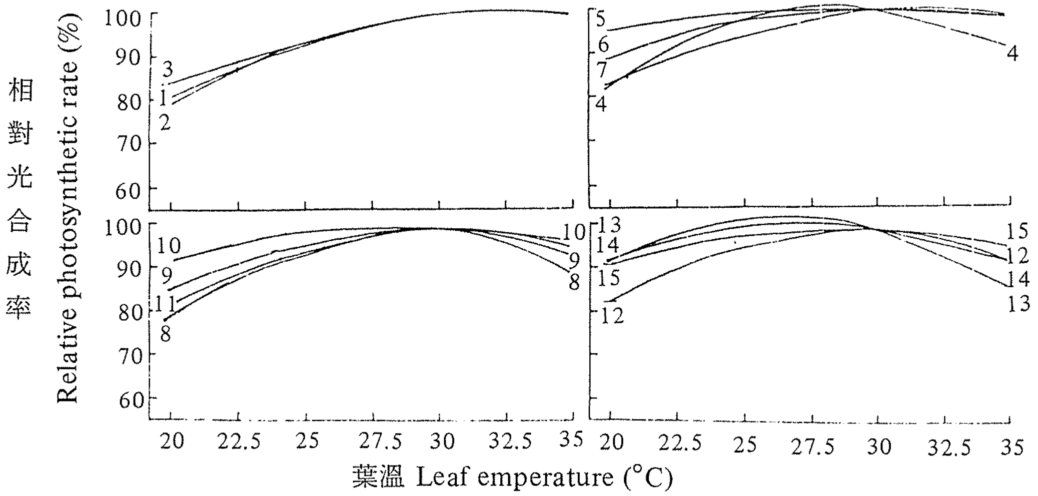
溫度管理為設施園藝之重要一環，本人在77年度接受國科會補助，針對溫度對本省蔬菜之光合作用及呼吸作。用之影響進行研究，茲將所得部分結果報告於後，俾作設施園藝之溫度管理，選擇品種及育種之參考。

二、材料與方法

以甘藍類（ *B. oleracea* ）８品種，不結球之白菜類（ *B. campestris* ）７品種，番茄20品種（系）及蕹菜，萵苣（嫩莖萵苣）各一品種為材料。於77年7-8月分批播種，發芽後將材料移植於直徑12cm之盆中，置於室外，每盆施用N:P:K＝20:15:15之複合肥料0.6g，在發芽後20-30天進行光合作用及呼吸作用之測定。光合作用之測定條件分為兩種，一為光度固定在1000 μE／㎡／S（約為全太陽光之半量），測定20-35℃間之光合成率。另為溫度固定在20及30℃，分別測定200-1800μE／㎡／s光度間之光合成率，唯只測定了蕓苔屬4品種，番茄3品種以上光合作用之測定對象為完全展開之最上位葉，相對濕度維持在80%。呼吸作用係在100%RH，黑暗條件下，測定各品種（系）整個植株在20及30℃下之CO_2放出速率。以上光合作用及呼吸作用之詳細測定方法詳如本人最近發表之論文（８，９）。

三、結　　果

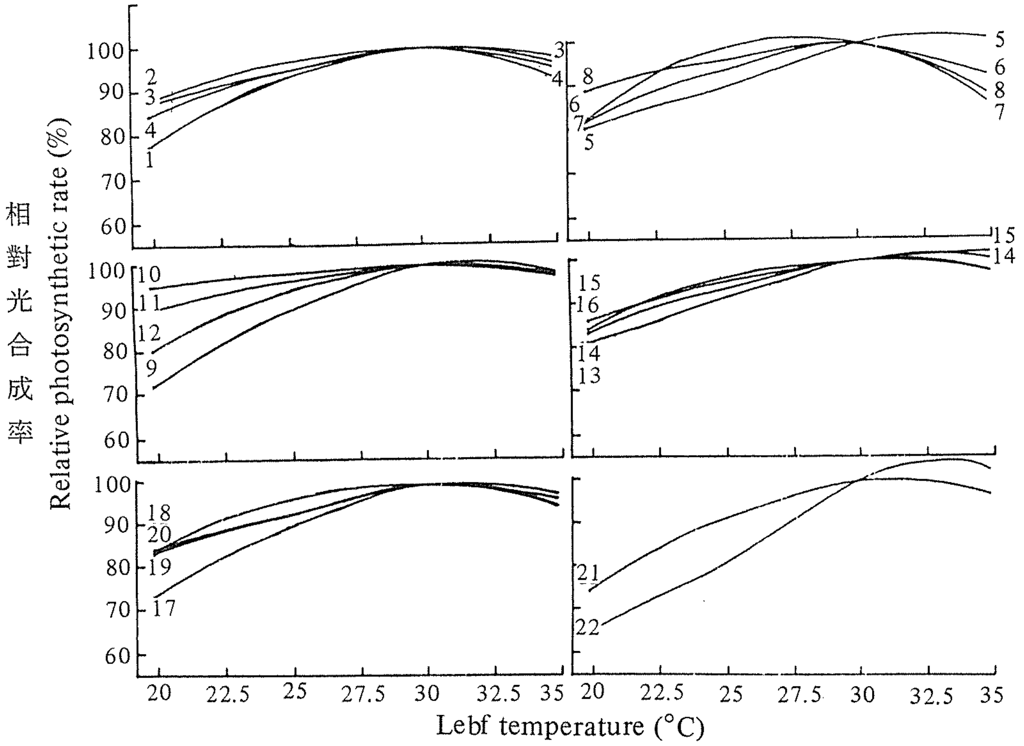
圖１及圖２顯示各供試蔬菜品種（系）之光合成率與其葉溫之關係。在蕓苔屬蔬菜，除了油



１：鳳山白菜，２：小白菜，３：台農１號白菜，４：油菜心，５：青梗白菜，
６：農友２號白菜，７：朝鮮白菜，８：葉深甘藍，９：夏強甘藍，10：和風甘藍，
11：高峰甘藍，12：黃花芥藍菜，14：極早生花椰菜，15：803大青花菜

圖１．蕓苔屬蔬菜之相對光合作用率（30℃為100%）與葉溫之關係。

Fig.1. Relationships between relative photosynthetic rates and leaf temperatures of Brassica (30°C as 100%).



１：台南３號，２：金剛，３：朱雲，４：四季紅，５：UC 1167，６：CL 5915-153 D 4-3-3-0-NSB，７：CL 1131-26-1-0-1-0，８：CL 5915-93 D 4-1-0-3 C（以上為耐熱品種（系）），９：野生種，10：農友301，11：黑柿，12：CL 6047-1-1-2-3-2-7-0，13：Rouato R 2，14：台南２號，15：Heing 1568，16：Heing 603，17：BL 242，18：L 203，19：TK 70，20：L 294，21：蕹菜，22：萵苣。

圖２　番茄、蕹菜及萵苣之相對光合作用率與葉溫之關係（30℃為100%）

Fig. 2. Relationships between relative photosynthetic rates and leaf temperature of *Lycopersicon esculentum*, *Ipomoea aquatica* and *Lactuca sativa* (30°C as 100%)

菜心、綠王青花菜及極早生花椰菜之光合作用適溫在26-27℃外，其餘品種之光合作用適溫均在30℃左右。35℃之高溫對油菜心，極早生花椰菜及葉深甘藍之影響較大，光合成率之下降幅度約為10-15%，而幾種白菜在30-35℃間，其光合成率幾無變化，甘藍類則下降５（和風甘藍）—10%（葉深甘藍）。番茄之光合作用適溫，除CL 5915-153D4約在27℃，台南２號、H1568及UC1167約在33—35℃其餘品種（系）均在30℃。35℃時光合成率下降之幅度，除CL1131，CL5915-93D4在10—15%外，其餘品種（系）均10%以下。而蕹菜及嫩莖萵苣之光合作用適溫則分別在30及33℃。35℃下，光合作用之下降率約在５%以下。光合作用適溫以下之溫度對光合作用之抑制亦隨品種（系）而不同，在20℃時，嫩莖萵苣之光合成率約下降35%，而鳳山白菜，葉深甘藍、蕹菜及台南３號，BL242，CL6047，野生種等番茄品種（系）則約下降20—30%，青梗白菜，和風甘藍，花椰菜，青花菜及黑柿農友301等番茄品種之光合成率下降幅度則較小，在5—10%。

圖３顯示在20℃及30℃下，青梗白菜、黃花芥藍菜、葉深甘藍及綠王青花菜之光合成率與光度之關係。各品種之光合成率與光度之間均呈雙ｓ曲線關係。即在光度較弱時，光合成率隨光度

之增加而急速增加但光度增強至某些程度後，光合成率之增加程度漸趨於緩慢，至一定光度後，光合成率即達到飽和不再增加。在20℃時，青梗白菜，黃花芥藍菜、葉深甘藍之光合成率約在1000 μE／㎡／s，即全太陽光之半量時達到飽和，而綠王青花菜之光合成率在1000 μE／㎡／s以下時隨光度而急速上升，超過1000 μE／㎡／s以上時其光合成率增加極緩。在30℃時，黃花芥藍菜及葉深甘藍之光飽和點仍為1000 μE／㎡／s，青梗白菜及綠王青花菜之光合成率則在1000 μE／㎡／s以上時仍稍有上升。

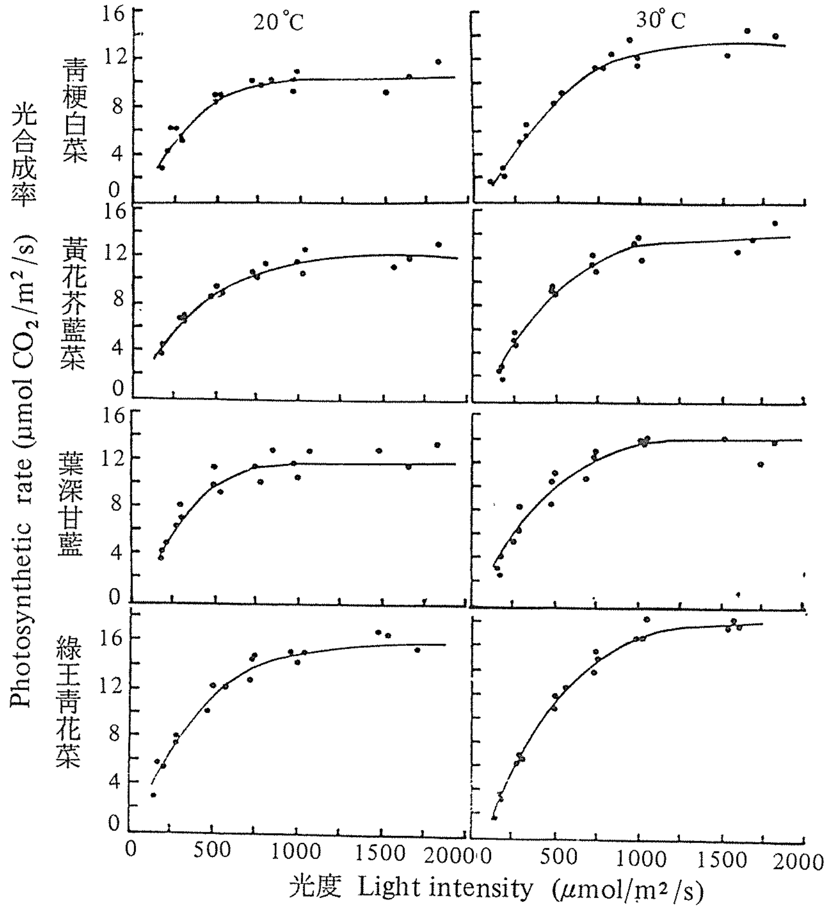


圖3.　在20℃及30℃下蕓苔屬蔬菜之光合成率與光度之關係。

Fig.3　Leaf photosynthetic rate of *Brassica* under different light intensity in 20°C and 30°C.

圖4顯示在20℃及30℃下幾個番茄品種之光合作率與光度之關係。在20℃下之光飽和點。以未施氮肥之四季紅最低，約為750 μE／㎡／s。而施用複合料肥時。3品種之光飽和點均為1000 μE／㎡／s。在30℃下，各品種之光飽點均約為1000 μE／㎡／s。

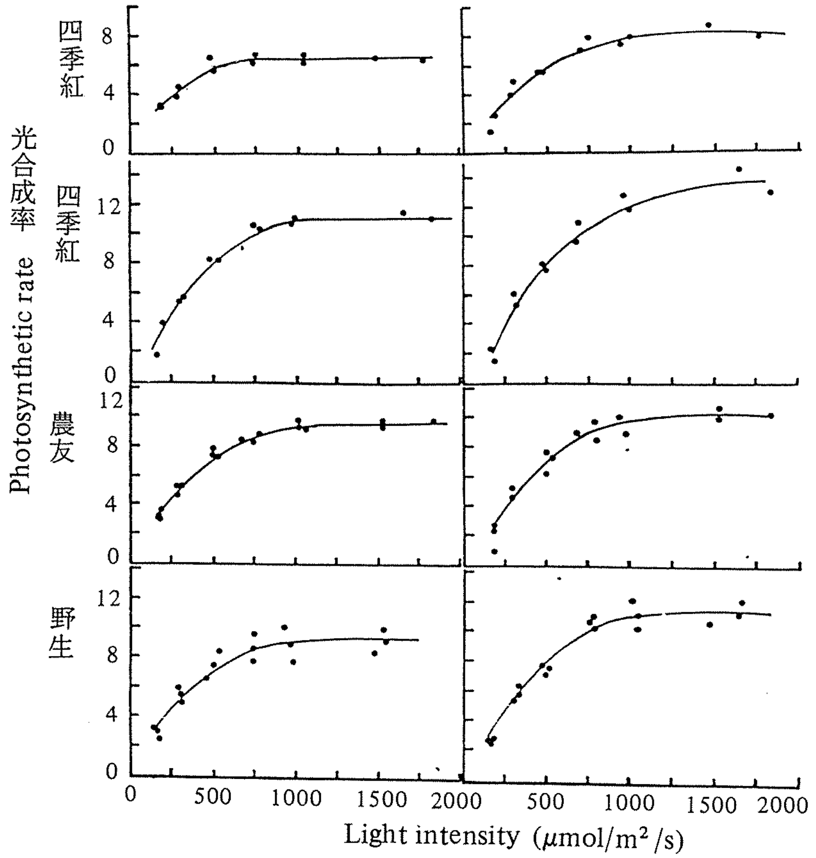


圖4.　在20℃及30℃下番茄之光合作用率與光度之關係。—N: 未施氮。

Fig.4.　Leaf photosynthetic rate of *Lycopersicon esculentum* under different light intensity in 20°C and 30°C.

圖5顯示在20℃及30℃下蕓苔屬蔬菜及蕹菜、萵苣之暗呼吸率。暗呼吸率以油菜心及鳳山白葉等小白菜較高，其在30℃及20℃之呼吸率各約為3.5及1.8mgCO_2／g／h。而較耐熱葉深甘藍，和風甘及綠王青花菜之呼吸率較低，其在30℃及20℃之的呼吸率各約為2.3及1.4mg CO_2／g／h。蕹菜在30℃及20℃之暗呼吸率各為2.5及 1.2mgCO_2／g／h，而萵苣則為2.8及1.6mgCO_2／g／h。唯各品種在30℃及20℃呼吸率之比（Q_{10}），除蕹菜約為2.2外，其餘品種在1.6—1.8間，品種間差異不顯著。

圖6顯示各供試番茄品種（系）之暗呼吸率。在30℃下，8個耐熱品種（系）呼吸率之平均為2.67±0.41mgCO_2／g／h。而12個不耐熱品種（系）之暗呼率之平均則為3.71±0.44mgCO_2／g／h。在20℃下，耐熱及不耐熱品種（系）之暗呼吸率各為1.56±0.28及1.87±0.30mgCO_2／g／h。由以上結果可知，耐熱之番茄品種（系）具有較低之呼吸率。唯各品種（系）在30℃及20℃呼吸率之比則無顯著差異，約為1.9—2.0。

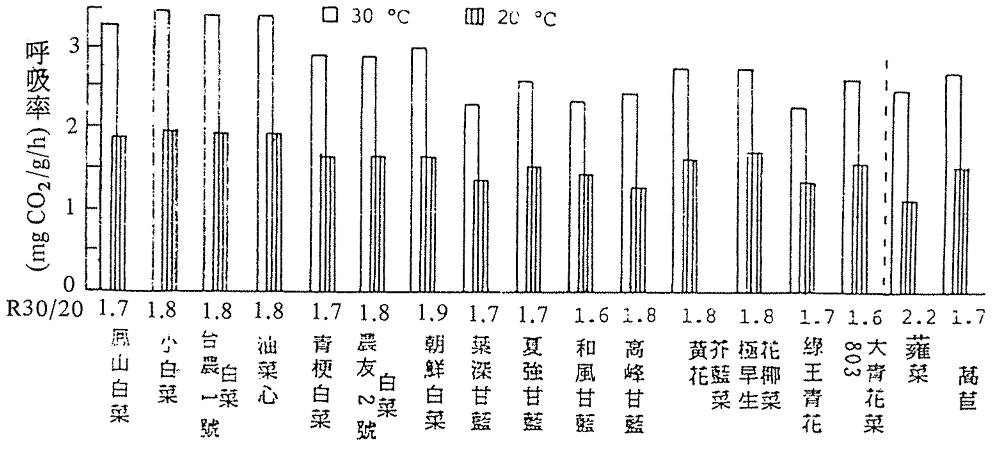


圖5. 20℃及30℃下蕓苔屬蔬菜及蕹菜、萵苣之暗呼吸率。R30／20：在30℃及20℃下暗呼吸率之比。

Fig.5. Dark respiratory rates of *Brassica*, *Ipomoea aquatica* and *Lactuca sativa* under 20°C and 30°C.

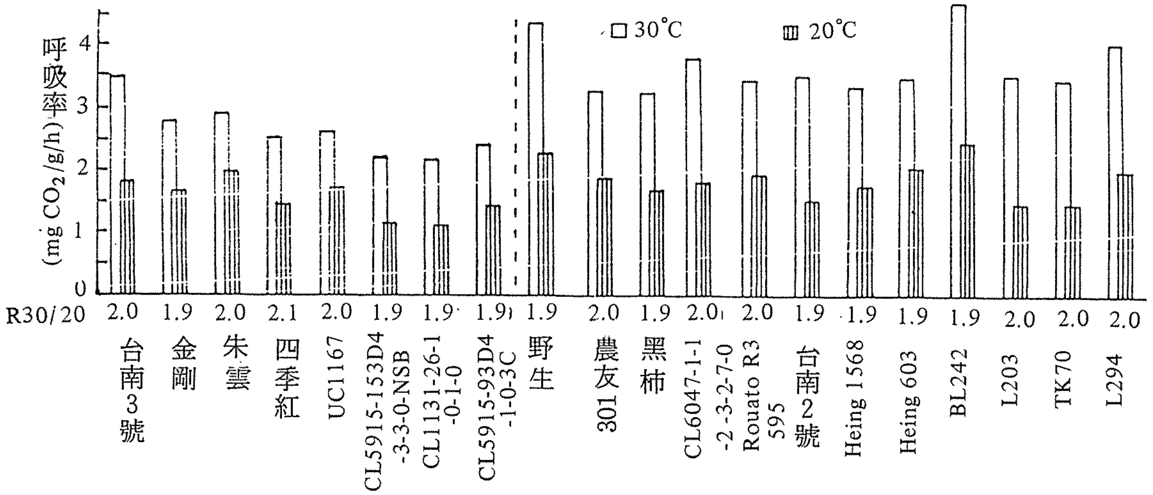


圖6. 20℃及30℃下番茄之暗呼吸率。R30／20：在30℃及20℃下暗呼吸率之比。

Fig.6. Drak respiratory rates of *Lycopersicon esculentum* under 20°C and 30°C.

四、討　　論

由本研究結果得知，不同蔬菜品種間其光合作用對溫度之反應迥異(圖1、圖2)。雖然如此，在番茄，此光合作用對溫度之差異並未能說明其耐熱性之差異。如亞洲蔬菜中心育成之耐熱品系CL1131及CL5915系統，在超過30℃時，其光合成率下降之程度均較其他品種(系)為大，而不耐熱之品種，如黑柿，農友301等品種，其光合作用對溫度之反應卻非常遲鈍。唯由圖6即可看出，耐熱性品種(系)之暗呼吸率則遠較不耐熱之品種(系)低，顯示番茄品種之耐熱性與低呼吸率有關，或許可作為育種及選種之指標。

小白菜之耐熱性已為吾人所熟知，從圖1可看出，其光合作用的確不易受高溫之抑制，唯圖五卻顯示幾種小白菜類之暗呼吸率為供試之蕓苔屬蔬菜之最高者。為何呼吸率高卻可在高溫下旺盛生長？此點可能和其葉面積比(leaf area ratio,LAR，即植物之葉面積和其全植物體乾重之比)較高有關。本研究測定了鳳山白菜、油菜心、青梗白菜、黃花芥藍菜、葉深甘藍及綠王青花菜之LAR，分別為330、150、190、220、及140cm²／g，LAR較大表示單位重量內可進行光合作用之葉面積較大，而減少呼吸消耗。由上述之LAR值可知，鳳山白菜之LAR值遠較其他品種為大，呼吸消耗因而減少。至於本研究所得甘藍類之LAR值，因係苗期所測得，故其值尚偏高，在結球或抽苔後，其LAR會大幅下降，此亦可能為結球(抽苔)性蔬菜較不耐熱的原因之一。也因如此，低呼吸率對結球或抽苔性品種之耐熱性較為重要，此點可由圖5中，葉深甘藍、和風甘藍及綠王青花菜等較耐熱之品種，其呼吸率較低可得證明。

至於蕹菜及萵苣，由於本研究只各使用一個品種，難以詳加討論，唯萵苣之光合作用適溫很高，值得注意。

本研究雖非於設施內栽植，唯係將材料置於玻璃溫室南側簷下，距此屋簷之南側5m處另有一面牆，形成只能東西向之通風，故其環境介於設施與露地之間，應可作為設施栽培之參考。此外，從本研究結果得知，無論蕓苔或番茄，其光合作用之適溫均近於30℃，即使葉溫升高至35℃，大部分供試品種之光合作用率之下降幅度在10%以下，但從20℃升至30℃時，呼吸率之增加卻近1倍，所以設施內維持較低之夜溫非常重要。

五、結　　論

1. 葉面積比(LAR)較大之非結球性葉菜類，及呼吸率較低之果菜類與結球性葉菜類有利於在高溫下生長。
2. 日夜溫差大有利於光合作用產物之累積。

參考文獻

1. 縣和一、窪田文武、鎌田悅男。1971。牧草の乾物生產。第一報　光合成連續測定による牧草羣落の乾物生產量の計算值と實測值との比較。日本草地學會誌17：223—228。
2. Berry, J. and O. Björkman 1980. Photosynthesis response and adaptation to temperature in higher plants. Ann. Rev. Plant Physiol. 31:491–543.
3. Berry, J. A. and W. J. S. Downton. 1982. Environmental regulation of photosynthesis. *In* Photosynthesis.Volume II. (Ed) Govindjee. Academic Press, New York. pp. 263–343.
4. Fitter, A. H. and R. K. M. Hay 1981. Environmental physiology of plants. Academic press, New York. pp. 171–178.
5. Oritani, T., T. Enbutsu and R. Yoshida 1979. Studies on nitrogen metabolism in crop plants. XVI. Changes in photosynthesis and nitrogen metabolism in relation to leaf area growth of several rice. Japan J. Crop Sci. 48:10–16.

6. Raison, J. K., J. A. Berry, P. A. Armond and C. S. Pike 1980. Membrane properties in relation to the adaptation of plants to temperature stress. *In* Adaptation of plants to water and high temperature stress. (Eds.) N. C. Turner and P. J. Kramer. John Wiley & Sons, New York. pp. 261–273.
7. Tanaka, A. and J. Yamaguchi 1968. The growth efficiency in relation to the growth of the rice plant. Soil Sci. & Plant Nutr. 14: 110–116.
8. Weng, J. H. and C. Y. Chen. 1987. Differences between Indica and Japonica rice varieties in CO_2 exchange rates in response to leaf nitrogen and temperature. Photosynthesis Research 14: 171–178.
9. Weng, J. H. 1988. Leaf photosynthesis of forage grasses in different seasons and temperatures. Bot. Bull. Academia Sinica 29 (3): 163–170.
10. Zelitch, I. 1975. Improving the efficiency of photosynthesis. Science 188: 626–633.

討　論

蔡尙光（台北市業者）問：

所謂耐熱性品種在相同高溫下若改變不同的光照度，會不會影響它耐熱的特異性？

翁仁憲（中興大學植物系）答：

適當遮蔭並不影響耐熱性若因遮蔭而降溫可能較好，致於會不會影響作物的耐熱之特異性我沒有資料，所以不敢確定。

EFFECT OF TEMPERATURE ON PHOTOSYNTHESIS AND RESPIRATION IN VEGETABLE CROPS

Jen-hsien Weng

Professor

Department of Botany, National Chung-Hsing University

ABSTRACT

Eight genotypes of *Brassica oleracea,* seven genotypes of *B. campestris,* twenty genotypes of *Lycopersicon esculentum,* and one genotypes of *Lactuca sativa* and *Ipomoea aquatica* were used to study the temperature responses of leaf net photosynthesis and dark respiration. Parabolic relationship was shown between photosynthetic rate and leaf temperature. For most tested genotypes, the highest photosynthetic rate was found near 30 °C. The decreased rate of photosynthetic rate was 0–15% at 35 °C. Except the pak-choi, the genotypical difference of photosynthesis responding to high temperature did not reflect on their heat tolerance. However, the heat tolerant genotypes of cabbage, broccoli and tomato showed lower respiratory rate than those of heat-sensitive genotypes. When temperature rose from 20 °C to 30°C, the Q_{10} of respiration were 1.6–1.8 in *Brassica* and *Lactuca sativa,* 1.9–2.0 in *Lycopersicon esculentum,* 2.2 in *Ipomoea aquatica.* There was significant intraspecific difference.